Über die Reinfektion von Wurzelkanälen

unter experimenteller Berücksichtigung einer etwaigen Reinfektion durch die provisorischen und endgültigen Füllungsmaterialien hindurch.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen.

Vorgelegt von

Benedikt Meister

prakt. Zahnarzt in Reutlingen.

Druck der Buchdruckerei Eugen Göbel in Tübingen

1929.

Dekan: Prof. Dr. Oertel.

Referent: Prof. Dr. Praeger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lb. Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550010_0040

Den besten Schutz eines Zahnes gegen eine etwaige Bakterieninvasion gewährleistet eine gesunde Pulpa. Unser Bestreben muß also vornehmlich darauf gerichtet sein, dieses für den Zahn so überaus wichtige Organ demselben nach Möglichkeit zu erhalten. Es ist notwendig, alle Zähne so früh wie möglich zu füllen. Es sollten die Pulpaüberkappungsmethoden lebender Pulpen noch besser wissenschaftlich fundiert und zahlreiche Versuche über Ausheilungs- und Erhaltungsmöglichkeiten erkrankter Pulpen angestellt werden. Es sollte ferner fortlaufend versucht werden, lebende Pulpenstümpfe in Wurzelkanälen zu erhalten.

Bereits vor dem Kriege hat Guido Fischer in letzterer Richtung (leider allerdings wenig befriedigende) Versuche mit dem Pulpacavol angestellt. Doch lassen sich im Laufe der Zeit durch den Ausbau solcher Methoden sicher günstigere Resultate erzielen.

Nach dem heutigen Stand unserer Wissenschaft ist aber eine konservierende Pulpentherapie noch ein frommer Wunsch, alle Versuche einer Pulpenheilung sind bisher gescheitert. Wir müssen uns mit der Tatsache abfinden: „Eine entzündete Pulpa ist ein verlorenes Organ. An der Trostlosigkeit dieses Satzes kann zurzeit noch nicht gerüttelt werden. Praktisch gesprochen kann man ruhig sagen, die Heiltendenz der infizierten Pulpa ist eine absolut schlechte, trotz der gewaltigen Anstrengungen, mit denen sie ihre Position zu verteidigen sucht, und trotz des gelegentlichen wunderbaren Erfolges der Errichtung einer Dentinbrücke über ihrer Wunde. Dieses Ereignis ist aber offenbar so überaus selten, daß es bei einer nüchternen Beurteilung der Sachlage vollkommen ausscheiden muß und keineswegs imstande ist, den Satz zu erschüttern, der am Eingange dieses Kapitels steht: Eine entzündete Pulpa ist ein verlorenes Organ.“ (Peckert, Einführung in die konservierende Zahnheilkunde.)

Da also eine infizierte Pulpa nicht erhaltungsfähig ist, müssen wir sie aus dem Zahne entfernen.

Mit dieser Maßnahme betreten wir aber gleichzeitig bereits schwankenden Boden, denn der Verlust der Pulpa ist ein wichtiges Ereignis für den Zahn.

Fast alle neueren Autoren haben sich für die Annahme eines, wenn auch geringen Stoffwechsels im Zahn, dessen Pulpa lebt, ausgesprochen, so z. B. Andressen, Boedecker, Brophy, v. Ebner, Euler, G. Fischer, Gottlieb, Morgenstern, Peckert, Port und andere.

Nach Morgenstern findet sich zwischen Dentin und Schmelz bzw. Zement ein System von Saftspalten, welche die ganze Dentinoberfläche in längsaxialer Richtung überziehen. Dieses System führt die Bezeichnung „Dentingrenzkanalschicht" und strahlt „Kommissuren" zur Körnerschicht und zwischen die Interglobularräume des Zahnbeins einerseits, „Spaltfasern" bzw. „Spurstreifen" in den Schmelz andererseits aus.

Auch Peckert und Euler treten für diese Ansicht ein.

Wir dürfen also mit großer Wahrscheinlichkeit ein alle harten Zahnsubstanzen erfüllendes, zusammenhängendes organisches Gerüst annehmen.

Durch das Absterben bzw. Entfernen der Pulpa wird der durch nervöse Einflüsse regulierte Stofftransport von der Pulpa über die Odontoblasten aufgehoben. Die Hauptmasse des Zahnes steht damit nun allen möglichen Einflüssen offen, welche nicht mehr durch vitale Energie reguliert und in Schranken gehalten werden.

Der Schmelz verliert nach dem Verlust der Pulpa seinen Emailleglanz, erleidet leicht Verfärbungen, vor allem aber wird er brüchig und neigt zu Sprüngen.

Einige Autoren stellen allerdings eine Veränderung des Schmelzes nach dem Verlust der Pulpa in Abrede.

Majut äußert sich hierüber folgendermaßen: „Genau genommen, verhält es sich dabei so, daß klinisch zweifellos Veränderungen beobachtet werden, bei denen man aber unterscheiden muß, ob sie wirklich das Schmelzgewebe betreffen oder nur infolge der transparenten Eigenschaften dieses Gewebes sich vom Dentin her bemerkbar machen. Verfärbungen befallen wohl meist nur das Dentin, aber auch die Schmelzsprünge lassen sich durch die veränderten Verhältnisse im Dentin erklären. Nach Black läßt sich der Schmelz von Zähnen, die seit langem ihre Pulpa eingebüßt haben, viel leichter vom Zahnbein abspalten und Rohrer gibt die Erklärung, daß bei einer Devitalisation der Zahnpulpa die „Elastizität des Zahnbeins und damit das die Elastizität des Schmelzes erhöhende Moment" wegfällt, so daß der Schmelz mit seiner eigenen verminderten Elastizität dem Außendruck nicht mehr gewachsen ist". (Z. R. 1923.)

Doch hält es Majut nicht für unmöglich, daß in manchen Fällen nach Pulpaverlust die Ernährung des Schmelzes kompensatorisch durch die Wurzelhaut geliefert werden kann, nämlich dann, wenn genügend organische Substanz vorhanden ist und eine entsprechende Saftströmung besteht.

Was nun das Dentin betrifft, so ist über den histologischen Bau der Dentinkanälchen und ihres Inhaltes bis heute noch keine Einigung erzielt. Wir haben es hier hauptsächlich mit vier Anschau-

ungen zu tun, die von Walkhoff, Römer, Fleischmann und Kantorowicz vertreten werden. Unter solchen Umständen ist es ohne weiteres einleuchtend, daß es auch zu einer Einigung über das histologische Bild des Dentins bei dem Verlust der Pulpa bisher nicht gekommen ist.

Über die Vitalität des Dentins herrschen keine Meinungsverschiedenheiten und sobald die Dentinfortsätze ihre Verbindung mit den Odontoblasten bei Verlust der Pulpa verlieren, büßt auch das Dentin diese Vitalität ein.

Black weist darauf hin, daß die Qualität des Dentins an pulpenlosen Zähnen allmählich immer schlechter wird. „Diese Tatsache ist so auffallend, daß sie einem sorgfältigen und erfahrenen Beobachter nicht entgehen kann. Besonders deutlich zeigt sie sich bei experimentellen Untersuchungen. Die Festigkeit des Dentins nimmt sehr langsam, aber sicher ab, es verliert stark an Transparenz und Elastizität und wird brüchiger. Diese Veränderungen gehen um so rascher vor sich, je jünger das Individuum zur Zeit des Verlustes der Pulpa war, viel weniger rasch aber an Zähnen, die bei der Füllung in einer Weise behandelt wurden, daß keine infektiösen Stoffe, kein Speichel oder irgend eine andere fremde und zersetzliche Substanz mit dem Dentin in Berührung gekommen ist, als an Zähnen, deren Dentin solcher Berührung ausgesetzt war."

Solche Veränderungen des Dentins nach dem Verlust der Pulpa müssen aber nicht immer eintreten. Es muß nach Majut auch beim Dentin an die kompensatorische Ernährung durch die Wurzelhaut gedacht werden, zum mindestens beim Wurzeldentin; denn auf Grund der histologischen Befunde bedeutendster Forscher müssen wir ja eine organische Verbindung zwischen Pulpa und Periodontium und eine Ernährung, wenigstens des Wurzeldentins, von beiden Quellen her annehmen.

Es ist nach Obigem also durchaus nicht gerechtfertigt, einen seiner Pulpa beraubten Zahn als „tot" zu bezeichnen. In der pathologischen Anatomie unterscheiden wir bekanntlich zwischen allgemeinen und örtlichen Tod, welch letzterer als Nekrose bezeichnet wird. Wir verstehen nach v. Gierke unter allgemeinen Tod „das Aufhören der Funktion der Stoffwechselvorgänge", während der örtliche Tod, die Nekrose, gekennzeichnet ist durch „das lokal begrenzte Absterben von Zell- oder Gewebskomplexen, und zwar im engeren Sinne den rasch einsetzenden Gewebstod, während das langsame Erlöschen des Zellebens über die verschiedenen Stufen der Degeneration als Nekrobiose bezeichnet wird". Das wichtigste Zeichen einer Nekrose ist das Fehlen der Zellkernfärbung, auch das Protoplasma der Zellen ist häufig verändert. Es tritt oft Verflüssigung ein (Kolliquationsnekrose), auch körniger Zerfall und Kalkeinlagerungen beherrschen manchmal das histologische Bild.

Der Schmelz fällt hierbei von vorneherein weg, aber auch am Dentin lassen sich die genannten Kennzeichen nicht nachweisen.

Von der Caries her wissen wir allerdings, daß das Zahnbein echter Nekrose fähig ist: wir treffen sowohl körnigen Zerfall wie Verflüssigung an, auch die „trübe Schwellung", als Vorstadium degenerativer Vorgänge, ist uns bei der Dentincaries ein gewohntes Bild.

Nichts jedoch von alledem am nicht cariösen Zahnbein pulpenloser Zähne.

Dabei soll natürlich nicht behauptet werden, daß Schmelz und Dentin pulpenloser Zähne nicht echter Nekrose verfallen können.

Wir dürfen also nicht regellos von einem „Absterben" oder „Tod" von Schmelz und Dentin sprechen, sondern müssen uns dahin fassen, daß in dem einen Falle eine wirkliche Nekrose vorliegen dürfte, während in einem anderen das Bild der Atrophie der Protoplasmabestandteile in den Vordergrund tritt.

Das Zement endlich bedarf der Pulpa zu seiner Ernährung nicht, seine Vitalität ist also bei Pulpaverlust keiner Gefahr ausgesetzt.

Nach Exstirpation der Pulpa muß der entstandene, in einem lebenden Gewebskomplex befindliche Hohlraum des Wurzelkanals auf die beste Weise konservierend versorgt werden, soll er nicht eine Brutstätte für Mikroorganismen darstellen.

Aber auf keinem Gebiet der Zahnheilkunde erweist sich unser menschliches Können so ohnmächtig, wie gerade bei der Lösung des Wurzelbehandlungsproblems. Immer und immer wieder machen Reinfektionserscheinungen der Wurzelkanäle unsere therapeutischen Maßnahmen illusorisch. Kein Problem ist so umstritten und nirgends gehen die Ansichten der einzelnen Autoren so auseinander, wie bei der Frage nach der konservierenden Versorgung pulpenloser Zähne.

Man hat im Laufe der Zeit die verschiedensten Behandlungsmethoden geübt und besonders in der Nachkriegszeit hat das Problem der Wurzelbehandlung eine gründliche Reformation erfahren.

Eine Methode nach der andern verschafft sich Eingang in die Praxis, ohne oft schon auf Grund rein theoretischer Überlegungen Aussicht auf einen Dauererfolg zu versprechen. Es nimmt deshalb nicht wunder, wenn wir dauernd mit Mißerfolgen zu rechnen haben.

„Die Geschichte der medikamentösen Wurzelbehandlung gibt den Rat, mit vorzeitiger Begeisterung zu sparen und erst nach langer Zeit und nach sehr vielen Erfahrungen ein Urteil abzugeben." (Peckert.)

Nur systematische Einzelforschung und jahrelange gründliche Erprobung des Gesamtresultates kann uns der Lösung des Wurzelbehandlungsproblems vielleicht einen Schritt näher bringen. Es spielen eben so viele Momente mit, welche die Wurzelbehandlungsmethoden zu äußerst komplizierten gestalten.

Seitdem wir uns das Röntgenbild zur Kontrolle unserer therapeutischen Maßnahmen nutzbar gemacht haben, müssen wir immer mehr erkennen, wie ungünstig sich diese oft auswirken. Nach verhältnismäßig kurzer Zeit treten nur allzu oft pathologische Veränderungen des periapikalen Gewebes in den Vordergrund, selbst wenn klinisch keinerlei Symptome festzustellen sind. Dabei muß noch berücksichtigt werden, daß feinere Veränderungen im Röntgenbilde oft gar nicht zur Darstellung gelangen, sei es, daß dieselben noch zu gering sind oder daß kleinere Herde durch ihre Lage von den Wurzeln verdeckt werden.

Mit Recht ist deshalb zu fordern, daß jede gelegte Wurzelfüllung nach ein bis zwei Jahren röntgenologisch nachgeprüft werden sollte, um eventuelle Schäden beseitigen zu können. Freilich stößt diese Forderung oft auf große Schwierigkeiten.

Eine besondere Bedeutung aber hat der Verlust der Pulpa und eine eng damit verknüpfte Reinfektionsgefahr durch die neue Lehre von der „herdförmigen Infektion" bekommen, die in Deutschland hauptsächlich von dem amerikanischen Professor der Physiologie Martin Fischer bekannt gemacht worden ist. Diese Lehre von der fokalen Infektion besagt, daß von lokalen Infektionsherden aus die Bakterien in den Körper gelangen können, um an entfernt liegenden Organen Krankheitserscheinungen hervorzurufen, deren Heilung nur durch die Beseitigung des Fokus möglich ist. In diesem Zusammenhange erklärt sich oft die Ätiologie von pathologischen Zuständen, welche bei gewöhnlicher allgemeiner Untersuchung nicht gedeutet werden kann.

Als solche primäre Herde kommen vor allem jene Organe in Betracht, welche sowohl durch ihren histologischen Bau wie durch ihre mannigfachen Infektionsgelegenheiten pathogenen Keimen leicht zum Opfer fallen, so z. B. der ganze Waldeyersche lymphatische Ring, die Nebenhöhlen der Nase, der Darm-Traktus, die Gallenblase und die weiblichen Genitalorgane, besonders aber septische Zahnwurzeln. Infektionen, welche von letzteren ausgehen, bezeichnet man als orale Infektionen. Dabei können die Mikroorganismen oft lange Zeit avirulent bleiben, aber doch allmählich schubweise in die Blutbahn gelangen und sich vermöge ihrer elektiven Affinität an bestimmten Organen festsetzen.

Martin Fischer und seine Anhänger fordern deshalb, daß jeder Zahn, dessen Pulpa nicht mehr erhaltungsfähig oder gar abgestorben ist, entfernt werden muß, da er günstigenfalls ein

„steriler Sequester", meist aber nicht einmal das, sondern ein infizierter Sequester sei.

Heinemann sagt im Hinblick auf diese Frage: „Infizierte Zähne sind eine potentielle Gefahr für den Körper, selbst wenn es noch nicht zu erkennbaren Krankheitserscheinungen gekommen ist; das kann jeden Augenblick geschehen. Deshalb ist die Forderung an die moderne Zahnheilkunde zu richten, nur solche Zähne im Munde zu dulden, deren Wurzeln keine Bakterien beherbergen. Können wir dieses ohne Opferung des Zahnes erreichen, dann ist dieses die Methode der Wahl, denn die Zähne sind wichtige Organe, solange sie unschädlich sind, andernfalls ist deren Verlust das kleinere Übel." (Z. R. 1928.)

Die radikale Therapie Martin Fischers wird natürlich im allgemeinen sicher von Erfolg sein, aber dem obersten Grundsatze der Zahnheilkunde, erhaltend zu wirken, direkt zuwiderlaufen. Wir werden also zunächst gut tun, wenn wir der Entwicklung dieser Frage offenen Auges entgegensehen, keineswegs aber ist diese fragliche Theorie als endgültig gelöst zu betrachten, wenn auch in Amerika selbst die Welle der ersten Begeisterung zu verebben beginnt.

Das Problem der „Oral Sepsis" zu lösen, wird Aufgabe der inneren Medizin in Zusammenarbeit mit der Zahnheilkunde sein.

Unserem Bestreben, konservativ verhütend und heilend zu wirken, setzen sich aber oft schier unüberwindliche Hindernisse entgegen, welche vor allem durch die besonderen Verhältnisse unseres Behandlungsobjektes gegeben sind.

Zunächst müssen wir bei unserem therapeutischen Vorgehen jede Schädigung des periapikalen Gewebes zu vermeiden suchen, wie eine solche besonders durch eine zu lange Arsenwirkung bei der Devitalisation der Zahnpulpa eintreten kann, aber auch durch stark reizende Medikamente hervorgerufen wird. Wir schaffen sonst zum mindesten einen locus minoris resistentiae, welcher einer Infektion, sei es auf koronalem oder hämatogenem Wege, natürlich leicht zum Opfer fällt, während eine gesunde Wurzelhaut und insbesondere die damit durch die Zementkörperchen in lebensvoller Verbindung stehende Zementsubstanz von höchster Wichtigkeit für die Reinfektionsfrage sind. Unter günstigen Umständen können sich auch zurückgelassene bindegewebige Teile der Zahnpulpa in Osteodentin umwandeln und so zu einem natürlichen Verschluß der apikalen Region führen, wie Davis, Grove und Stitzel nachgewiesen haben.

Die Reinfektionsmöglichkeit wird vom anatomischen Standpunkt aus, bei einwurzeligen und einkanaligen Zähnen geringer sein, als bei mehrwurzeligen. In pathologischer Hinsicht liegen günstigere Verhältnisse bei nicht gangränösen

Zähnen vor, wo die Bakterien wohl kaum in dem Maße in die harten Zahnsubstanzen eingedrungen sind, daß sie nicht durch unsere Behandlung beseitigt werden können, während Zähne, deren Pulpa abgestorben und der Gangrän zum Opfer gefallen ist, eine überaus große Möglichkeit zur Reinfektion bieten.

Die ausgezeichneten Korrosionspräparate von Preiswerk, Fischer, Adloff, Moral und anderen haben gezeigt, wie überaus kompliziert die Verhältnisse am Foramen apicale infolge der dort oft bestehenden Verästelungen und Kommunikationen des Wurzelkanals sein können. Sie sind bald mehr apikalwärts, bald mehr kronenwärts, wie besonders bei den Molaren ausgebildet, Verkrümmungen, Engheit der Wurzelkanäle, Dentikelbildungen ergeben häufig ein fast unzulängliches Operationsgebiet.

Durch diese anatomischen Verhältnisse bedingt, wird es deshalb nie möglich sein, selbst bei subtilster Art des Vorgehens, eine völlige Beseitigung des infizierten Gewebes zu erreichen.

Schon Adolf Witzel, der 1872 seine ersten Pulpaamputationen ausgeführt hat, wies in seinem 1886 erschienenen „Kompendium der Pathologie und Therapie der Pulpakrankheiten des Zahnes" darauf hin, „daß wir nicht imstande sind, die Wurzelpulpen aus engen und gekrümmten Kanälen zu extrahieren". Doch damals fand dieser Satz in der Zahnärzteschaft wenig Anerkennung.

Die Untersuchungen von Stitzel an frisch extrahierten Zähnen mit völlig gesunder Pulpa haben erneut die Unmöglichkeit einer Total-Exstirpation der Pulpa gezeigt. Trotz sorgfältigsten Vorgehens bei der Reinigung der Wurzelkanäle ergab die nachfolgende histologische Untersuchung das Vorhandensein von mehr oder weniger großen Teilen zurückgebliebenen Pulpengewebes und was sehr bemerkenswert ist, von Wattefasern, die an den Kanalwänden hängen geblieben sind.

Solche zurückbleibende Gewebsreste stellen aber eine ständige Gefahr für den Zahn dar, da sie im Laufe der Zeit fast immer der Reinfektion von seiten irgend einer der vielen Reinfektionsquellen unterliegen. Wir müssen also um so mehr bestrebt sein, alle erreichbaren Pulpareste zu entfernen. „Die Größe bzw. Kleinheit der Fehlerquelle steht durchaus im proportionalen Verhältnis zur Reinfektionsmöglichkeit." (Sommer, Z. R. 1921.)

Solange es sich noch um einen pulpitischen Zahn handelt, gelingt es uns viel leichter, die pathogenen Keime zu beeinflussen, weil sie sich noch im Banne der Pulpenzellen befinden und bei der Exstirpation der infizierten Pulpa zum großen Teil mit herausbefördert werden. Bei einer gangränös zerfallenen Pulpa aber wird das chemisch höchst veränderte Gewebe der Wirkung unserer Antiseptika in vielen Fällen hartnäckig zu trotzen vermögen.

Nach der Mayrhofer'schen Theorie wandern die Mikroorganismen auf dem Wege der Dentinröhrchen in das Wurzeldentin hinein, welches so die wehrlose Beute der pathogenen Keime wird. Unsere Antiseptika vermögen aber die Bakterien an dem äußeren Rande der Dentinkanälchen meist nicht zu erreichen, oder doch infolge der durch Diffusionsvorgänge eingetretenen Verdünnung nicht mehr wirksam zu bekämpfen. Die meisten unserer verwandten Antiseptika wirken bekanntlich auch stark koagulierend auf den eiweißhaltigen Inhalt der Dentinkanälchen und so kann es infolge von Koagulation an der Kanalwandoberfläche zur Verhinderung einer Tiefenwirkung kommen.

Die Mikroorganismen wandern oder wachsen nach geraumer Zeit in den Wurzelkanal hinein und verursachen dort eine virulente Infektion, die sich in ihren Auswirkungen oft sehr unangenehm bemerkbar macht. Mit anderen Worten, ein einmal infiziert gewesener Wurzelkanal kann auf die Dauer nicht steril gehalten werden.

Sommer, der ebenfalls lange Zeit an die Mayrhofer'sche „Zurückwanderungstheorie" geglaubt hatte, stellte aber durch später vorgenommene Untersuchungen eine Infektion der Dentinkanälchen in Abrede und bezeichnet als Hauptreinfektionsquelle vor allem das apikale und periapikale Gebiet, wenn eine Reinfektion durch einen kariösen Prozeß oder mangelhafte Füllungen ausgeschaltet ist.

Sommer fing unter streng aseptischen Kautelen Bohrspäne von verschiedenen Schichttiefen der Wurzelwandungen frisch extrahierter, gangränöser Zähne in Bouillonröhrchen auf und führte mit der Platinöse Verdünnungen bzw. Impfungen auf weitere Nährböden aus. Es wurden im ganzen 209 Nährböden aus dem Impfmaterial von 48 Zähnen beschickt, bei 11 Zähnen kamen eine ganze Reihe von Nährböden zu Verwendung. Sommer erzielte dabei ein überraschendes Resultat: es zeigten nur 3 Bouillonröhrchen ein Bakterienwachstum und zwar Streptokokken, was Sommer aber darauf zurückführte, daß bei der Ausbohrung in nächster Nähe des apikalen Anteils des Wurzelkanals, vielleicht ein Seitenkanal des Hauptkanals getroffen wurde. Sonst zeigten nur einige Agarröhrchen vereinzelte Pilzkulturen, die aber sicher Luftkeime darstellten.

Aus diesen Versuchen schließt Sommer, „daß das Zahnbein und selbst das Zementgewebe den Bakterien ausreichende Lebensbedingungen nicht bietet" und er erklärt somit die Mayrhofersche Theorie für unhaltbar.

Sommer weist überdies darauf hin, daß die Resectio apicis überhaupt keinen Zweck hätte, wenn die Infektion im Sinne Mayrhofers in dem behaupteten Maße zutreffen würde.

Es müßten doch die Bakterien, die angeblich sogar aus den Dentinröhrchen in die unwirtliche Gegend des antiseptisch behandelten Wurzelkanals zurückwandern, erst recht in die frisch gesetzte Resektionswunde gelangen, aus den durch die Resektion freigelegten Dentinröhrchen. „Dann müßten allerdings Hammer und Meißel der Hand des Zahnarztes entgleiten und es bliebe nur die Therapie Martin Fischers — die Zange! Ein derartig schwer infiziertes Gebilde in Verbindung mit dem Organismus zu belassen, das könnte wohl niemand verantworten." (Z. R. 1924.)

Ähnlich äußert sich Kossow, dessen an der Rostocker Universitätsklinik für Mund- und Zahnkrankheiten ausgeführten Untersuchungen gezeigt haben, daß selbst die Wurzelspitzenresektion mit sorgfältiger Wurzelbehandlung nicht imstande ist, die an der Schnittfläche des Wurzelstumpfes befindlichen Strepto- und Staphylokokken zu vernichten und auf diese Weise die durch diese Erreger veranlaßte Reinfektion zu verhindern.

Aber die auf Veranlassung von Adloff durch Selter unternommenen Versuche über dasselbe Problem ergaben in allen Fällen positive Resultate. Die Infektion war zwar verschieden weit in das Dentin vorgedrungen, je nachdem es sich um Zähne mit frischer oder alter Gangrän handelte und je nachdem das Material aus dem Apex-Gebiet oder mehr aus der Mitte der Wurzel entnommen war, oder je nachdem es aus Dentinschichten stammte, die der Wurzelkanaloberfläche näher oder weiter entfernt lagen.

Zilkens berichtet in der Zahnärztlichen Rundschau 1926 über eine Aussprache bei der am 4. 1. 1925 stattgefundenen Partsch-Feier, wonach die neueren Untersuchungen ergeben haben, daß die Bakterien im Dentin des Wurzelkanals nur an der äußeren Grenze ihren Sitz haben. Eine mechanische Reinigung würde deshalb einen großen Teil der Mikroorganismen beseitigen und dann könnten die Medikamente um so leichter und kräftiger auf dieselben einwirken.

Radosevic fügt zu der Mayrhofer'schen Theorie noch hinzu, daß die Bakterien aus den Dentinkanälchen gar nicht erst herauszuwachsen brauchen, sondern wahrscheinlich in den Wurzelkanal herausgeschwemmt werden.

Wenn aber eine solche Uneinigkeit in den Ansichten vorherrschend ist, wird es ein äußerst schwieriges Unternehmen sein, allen Anforderungen gerecht zu werden, welche das Problem der dauernden und reinfektionslosen Konservierung der Zahnwurzeln, bzw. deren Inhalts an uns stellen.

Die Wurzelbehandlungsmethoden gründen sich im wesentlichen entweder auf die rein antiseptische Versorgung der Wurzelkanäle oder aber auf deren hermetischen Abschluß.

Diffusion und Resorption und Hand in Hand damit ein

Nachlassen und völliges Versiegen der Wirkung der sogenannten Dauerantiseptika spielen bei der ersten Gruppe der Wurzelbehandlungsmethoden eine wesentliche Rolle und zeigten nicht selten ungünstige Resultate.

Die feste Wurzelfüllung bezweckt, daß durch die Anlagerung der Füllungsmasse an die Kanalwand ein Eindringen der in den Dentinröhrchen gelegenen Bakterien in den Wurzelkanal und durch den festen Verschluß des Kanals deren Austritt hintangesetzt wird. Freilich muß dabei betont werden, daß sich nur Zähne mit völlig bis zum Foramen apicale durchgängigen Wurzelkanälen zu behandeln lohnen. Denn bleibt noch ein minimaler Blindsack übrig, so ist die Behandlung illusorisch, denn die hermetisch abschließende, feste Wurzelfüllung verhindert zwar ein Wiederaufleben von Aerobiern, während die Anaerobier geradezu ideale Lebensbedingungen erlangen.

Schick und Fischer haben in 75% bei infizierten Pulpen drei verschiedenartige Anaerobier feststellen können. Der eine unter dem Namen Putrificus bekannte Buttersäurebazillus ist als harmloses Begleitbakterium aufzufassen, während die beiden anderen Anaerobier als gefährlich, der eine sogar als sehr gefährlich zu bezeichnen sind und in der Literatur noch nicht bekannt waren.

Schick und Fischer glauben im Jodtrichlorid ein Mittel gefunden zu haben, welches selbst in großer Verdünnung keimtötend sowohl auf Anaerobier wie Aerobier wirkt, ohne dabei allzu große Reizwirkung auf die umliegenden Gewebe auszuüben.

Die Maßnahmen der Wurzelbehandlung, der medikamentösen Einlagen, Wurzelfüllung usw. erregen in hohem Maße das Interesse in bezug auf die Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen.

Der Streit um die Frage der Diffusion in den harten Zahngeweben ist besonders in den letzten zehn Jahren aufs heftigste entbrannt, ohne daß er bis heute zu einer endgültigen Lösung geführt hat.

Viel Aufsehen erregte eine von Bauchwitz (Z. R. 1921) veröffentlichte Arbeit, in welcher er auf Grund seiner Versuche überraschende Resultate darlegte. Bauchwitz faßt diese Ergebnisse in folgenden Sätzen zusammen:

Kristalloide diffundieren durch Schmelz und Dentin (Zement) beim Tier- und Menschenzahn.

Kolloide diffundieren durch Schmelz und Dentin (Zement) beim Tier- und Menschenzahn.

Bakterien diffundieren durch Schmelz und Dentin (Zement) mit größter Wahrscheinlichkeit und zwar nicht nur ihre Toxine, sondern auch die Bakterien selbst.

Diese Ergebnisse müßten allerdings von einer für die Wurzelbehandlung der Zähne und die Reinfektion der Pulpahöhle umstürzenden Tragweite sein. Sie wurden auch teils ablehnend, teils als sehr zweifelhaft aufgenommen. Besonders wurde die Diffusion von Kolloiden und Bakterien, bzw. deren Stoffwechselprodukte sehr in Abrede gestellt.

Die Durchgängigkeit des Schmelzes für Kristalloide dagegen wurde von verschiedenen Seiten experimentell bestätigt, so von Adrion, Radosevic und Sommer. Doch wurde sehr in Zweifel gestellt, ob es sich bei diesen Vorgängen um eine wirkliche Diffusion handelt und man warf Bauchwitz vor, er hätte bei seinen Versuchen ein wichtiges Moment übersehen, nämlich die Schmelzsprünge.

Besonders Kranz wendet sich sehr entschieden gegen die Bauchwitz'schen Feststellungen. Er weist auf das überaus häufige Vorkommen von kleineren und größeren Schmelzsprüngen hin, die am ungefärbten Objekt oft selbst mit starker Lupenvergrößerung sich der Beobachtung entziehen.

Schwarz (D. M. f. Z. 1920) untersuchte zahlreiche Tier- und Menschenzähne, ebenso die Zähne von Hunderten von Museumsschädeln und konnte an keinem der untersuchten Schädel ein sprungfreies Gebiß feststellen. Schmelzsprünge wurden von Schwarz und Niedergesäß auch an Zähnen von Kälberfoeten, sowie an solchen festgestellt, die aus Ovarialcysten stammten.

Wir können ja auch bei starken Rauchern in der Umgebung von Schmelzsprüngen eine Verfärbung beobachten, was wohl ein Beweis dafür sein dürfte, daß der Farbstoff durch den Schmelzsprung das Dentin erreicht und sich hier noch weiter ausgebreitet hat.

Gegen die Bauchwitz'sche Behauptung der Diffusion von Bakterien durch die harten Zahnsubstanzen hindurch führt Kranz wörtlich an: „Wenn wir bedenken, daß Bakterien (ausgenommen Rotz unter ganz bestimmten Voraussetzungen) nicht einmal durch die unverletzte Haut dringen können, erregt es Befremden, wenn uns Bauchwitz von einer Diffusion von Bakterien durch den Schmelz berichtet."

Auf Veranlassung von Kranz stellte Feibusch Nachprüfungen der Bauchwitz'schen Versuche an und kam dabei zu völlig abweichenden Ergebnissen. Besonders fragwürdig erschienen Feibusch die Angaben von Bauchwitz, soweit sie sich auf den Schmelz bezogen. Feibusch erhielt bei seinen Unter-

suchungen zwar anfänglich positive Resultate, aber nachdem eine Fehlerquelle — um eine solche handelte es sich nämlich zuerst — beseitigt war, war der Ausfall stets negativ.

Auch Adrion vertritt im wesentlichen die Behauptung von Kranz.

Hermann, dem das Verdienst gebührt, als erster die Diffusionserscheinungen in den Bereich der wissenschaftlichen Forschung gezogen zu haben, lehnt ebenfalls die Diffusion von Bakterien ab: „Es kann wohl eine Flüssigkeit oder ein Gas in ein Bakterium hineindiffundieren, die Bewegung von Bakterien aber kann man nicht Diffusion nennen. Bakterien wandern. Wenn Bakterien durch die Kanalwände hindurchgingen, dann taten sie das bestimmt auf dem Wege durch die präexistierenden Kanäle, wie Fischer solche behauptet hat, oder durch präexistierende Spalten der harten Zahnwand."

Ebenso werden die Bauchwitz'schen Ergebnisse über die Durchwanderung von Bakterien durch Schmelz und Dentin von Sommer als sehr anfechtbar bezeichnet.

Von besonderer Bedeutung und Wichtigkeit sind die Untersuchungen von Keßler, da er dieselben an Zähnen, die noch im Kiefer steckten, ausführte. Keßler füllte zu diesem Behufe teils Kronenkavitäten pulpengesunder Molaren, die für die „Systematische Extraktion" in Betracht kamen, mit eosin- oder methylenblaugetränkter Watte, teils die gereinigten Wurzelkanäle und verschloß sie sehr sorgfältig mit Zinkoxyd. Diese so vorbehandelten Zähne kamen 2, 4 und 6 Wochen nachher zur Extraktion und wurden sowohl makroskopisch wie mikroskopisch untersucht. Das Ergebnis war sehr gering, die Farbstoffe waren in dieser Zeit kaum sichtbar in das Dentin eingedrungen. Keßler folgert daraus, daß die Diffusion am Zahn im Kiefer noch langsamer vor sich geht als am extrahierten Versuchszahn.

Mit Recht betont Keßler deshalb, daß wir nicht berechtigt sind, aus den Phantomversuchen vollgültige Rückschlüsse zu ziehen, da mit dem Entfernen des Zahnes aus dem Verband des Gesamtorganismus heraus sicherlich wesentlich andere Durchlässigkeitsverhältnisse geschaffen werden.

Faber dagegen unterstützt die Behauptungen von Bauchwitz und spricht wie dieser von einer reinen Diffusion durch den Schmelz. Er kam auf Grund eigener histologischer Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß es sich in Wirklichkeit nicht um Sprungbildungen des Schmelzes handelt, daß also keine Gewebstrennung besteht und die Kontinuität des Schmelzgewebes nirgends unterbrochen ist. Es sei hier nur die Art seiner Zusammensetzung eine andere, es handle sich dabei um eine Boedecker'sche Lamelle, die, entstanden zur Zeit der Schmelzbildung,

den Schmelz in seiner ganzen Dicke durchsetzt. Es liege eine wenig oder unverkalkte Prismensubstanz vor, in welche im Laufe der Zeit Farbstoffe, Mundflüssigkeiten, Bakterien Eingang gefunden haben. Auf solche Weise verändert, wird der Eindruck von „Sprüngen" hervorgerufen.

Aus diesem Grunde bejaht auch Faber unbedingt das Durchlässigkeitsvermögen des Schmelzes für Bakterien, allerdings nicht ganz im Sinne von Bauchwitz, sondern so, daß eine aktive Wanderung von Bakterien in die an organischer Substanz reicheren Teile des Schmelzes statthaben kann.

Wirkliche Schmelzsprünge, die in einem Auseinanderweichen des Gewebes bestehen, rechnet Faber zu den größten Seltenheiten.

Durch unsere Antiseptika suchen wir nun die im Wurzelkanal befindlichen Bakterien wenigstens in ihrer Virulenz erheblich zu schwächen, so daß wir es mit Degenerationsformen zu tun haben, ohne uns aber dem Glauben hingeben zu dürfen, daß wir derzeit einen Zustand unbedingter Sterilität erreichen werden: wir müssen also stets mit dem Zurückbleiben infektiösen Materials im Wurzelkanal selbst und, wie vor allem bei der Gangrän, innerhalb seiner Wandung in den dahin abgehenden Dentinkanälchen rechnen.

Selbst wenn viele Jahre vergangen sind, werden die Bakterien ihre Lebenskraft und damit ihre pathogene Eigenschaft wieder erlangen, wenn die Wirkung des Desinfiziens allmählich nachzulassen beginnt. Die Antiseptika werden im Laufe der Zeit resorbiert und wenn sie nicht ganz verschwinden, so gewöhnen sich die Mikroorganismen daran und beginnen wieder festen Fuß zu fassen, besonders unter der Zuführung von frischer, eiweißhaltiger Gewebsflüssigkeit durch das Foramen apicale, wodurch für sie günstige Lebensbedingungen geschaffen werden.

Nach Haubach spielt in erster Linie die Konzentration der angewandten chemischen Stoffe im Verlaufe ihrer Wirkung eine Rolle, welche Haubach mit dem Arndt-Schulz'schen Grundgesetz begründet und erläutert.

Aus Betrachtungen über das Pflüger'sche Zuckungsgesetz hat der Psychiater Arndt 1883 folgenden Satz abgeleitet: Alle mittelstarken Reize wirken beschleunigend, alle starken Reize hemmend auf die Tätigkeit des Nervensystems ein. Dieses Nervenerregungsgesetz erweiterte Arndt im Jahre 1885 zum Lebenserregungsgesetz oder biologischen Grundgesetz: „Schwache Reize fachen die Lebenstätigkeit an, mittelstarke fördern sie, starke hemmen sie und stärkste heben sie auf."

Alle Lebensvorgänge der Zellen vollziehen sich nach diesem biologischen Reizgesetz, also in unserem Falle auch die des Bakterienleibes.

Ich führe Haubach wörtlich an: „Diese Versuche und Erfahrungen eröffnen auf unserem Spezialgebiet der Wurzelbehandlung mit ihren rein antiseptischen Methoden, die in ihrer Hauptstärke auf der Anwendung von Bakteriengiften in Form von chemischen Agenzien beruhen, die weitestgehenden praktischen und wissenschaftlichen Ausblicke. Nehmen wir einige Mittel aus der Reihe unserer angewandten Desinfektionsmittel, wie Formalin (Formaldehyd), Resorzin, die Phenole, arsenige Säure, Thymol, Karbol heraus und untersuchen sie auf ihre optimale Giftdosis, so finden wir, daß diese Mittel in gewisser Verdünnung nicht keimtötend, sondern keimanregend wirken. Die ganze zahnärztliche Wurzelbehandlung ist eine rein bakteriologische Frage und muß von dieser Seite, wenn wir Erfolg erzielen wollen, kritisch beleuchtet werden. Wir haben es in jedem Wurzelkanal, sobald eine Erkrankung des Pulpengewebes vorausgegangen ist, mit einem infizierten Nährboden zu tun, und wäre er es nicht, so würde die Infektion während der Behandlung bestimmt eintreten. Nicht nur die Innenflächen des Wurzelkanals, sondern auch die angrenzenden Dentinfasern sind zum Teil mit Bakterien beschickt, die abgetötet und in ein solches Stadium der Mumifizierung und Degeneration gebracht werden sollen, daß eine Reinfektion (Wiederaufleben der Bakterien) nicht möglich ist. Dieses Ziel können wir nur mit hochkonzentrierten chemischen Protoplasmagiften erreichen, deren Konzentration im Interesse der umliegenden Gewebskomplexe, wie Wurzelhaut, Knochenhaut, Knochengewebe und der dadurch hervorgerufenen Reizerscheinungen einer gewissen Begrenzung unterliegt. Die meisten Mittel kommen in einer gewissen Verdünnung zur Anwendung, sei es durch ihr eigenes Lösungsmittel, sei es durch Vermischung mit anderen Komponenten zu Pasten, und diese Verdünnung schreite innerhalb eines Kanalcavums und seiner darin einmündenden Dentinkanälchen auf dem Wege der Diffusion und Resorption weiter fort. Ihre antiseptische Tätigkeit, die Abspaltung ihrer antiseptischen Komponente, ihre Verflüchtigung innerhalb des Wurzelkanals, die Aufnahmefähigkeit der umgebenden lebenden Gewebskomplexe und die Überführung der angewandten Gifte in den allgemeinen Kreislauf bedingen im Laufe der Zeit eine weitere Verdünnung nach der Grenze der optimalen Giftdosis zu, so daß das betreffende Agens nicht nur nicht mehr keimtötend, sondern keimanregend wirkt!“ (Z. R. 1927.)

Das heißt also, daß die Mikroorganismen, die innerhalb der Dentinröhrchen, der infizierten Granulome und der entzündlich infiltrierten Wurzelhaut sich befinden, von verschiedenen Medi-

kamenten in bestimmter Konzentrationsstärke zu neuer Lebenstätigkeit angefacht werden und damit eine erhöhte Infektion entfalten können.

Die Untersuchungen von Süpfler und Hofmann ergaben für eine ganze Reihe von angewandten Medikamenten, wie arseniger Säure, Formalin, Resorzin, Thymol, Chlorphenol und Karbol eine optimale Giftdosis, diese chemischen Agentien wirken also in einer gewissen Verdünnung nicht mehr antiseptisch, auch nicht neutral, sondern direkt keimanregend und geben damit Anlaß zu erhöhter Reinfektion.

Während bisher ausschließlich von Reinfektionsmöglichkeiten die Rede war, die letzten Endes in den anatomisch-histologischen und physiologischen Eigenschaften und Sonderheiten unseres Behandlungsobjektes selbst begründet sind, müssen wir außerdem unser Augenmerk auf die Gefahr einer sekundären Infektion richten, die der Pulpahöhle und damit den Wurzelkanälen von der Mundhöhle her droht. Sie wird natürlich ohne weiteres erfolgen, wenn die Deckfüllung herausgefallen oder undicht geworden, oder wenn eine sekundäre Caries bis zum Kanal vorgedrungen ist, sofern nicht eine hermetisch abschließende Wurzelfüllung den Bakterien den Eingang in den Wurzelkanal versperrt.

Ein großes Interesse hat von jeher im Hinblick auf eine etwaige Reinfektion die Frage erweckt, ob wir mit unseren Füllungsmaterialien einen idealen Randschluß erzielen können oder nicht. Die Aufgabe der Zahnfüllung ist es doch, die Funktion des Zahnes wieder herzustellen, es muß sich also das Füllungsmaterial mit der restlichen Substanz des zerstörten Zahnes zu einem Ganzen vereinigen und die Fähigkeit besitzen, sich den Wänden der Kavität genau anzuschmiegen.

Über die Prüfung des Randschlusses von Zahnfüllungen ist in der Literatur verschiedentlich berichtet worden.

Röse fand bei sorgfältig gedichteten und darauf herausgelösten gehämmerten Goldfüllungen stets Luftbläschen austreten, sobald er dieselben in Wasser eintauchte. Wenn er aber die Füllung im Zahn gut anpolierte und den so gefüllten Zahn in Wasser, Äther oder Benzin tauchte, so fand ein Austreten von Luftbläschen nicht statt. Röse zog daraus den Schluß, daß es möglich sei, durch sorgfältiges Polieren einen idealen Randschluß zu erzielen.

Doch ist das Austreten von Luft zwischen Zahn und Füllungsrand wohl ein sehr grobes Merkmal, welches die Folgerung Röses nicht gerechtfertigt erscheinen läßt.

Witzel prüfte den Randschluß von Amalgamfüllungen und anderen Füllungsmaterialien mittels der Eosinprobe. Er löste

das Eosin sowohl in Wasser wie in frischem Speichel und kam in beiden Fällen zu dem gleichen Resultat: keines unserer Füllungsmaterialien erwies sich als eosindicht. Witzel nahm diese Prüfung hauptsächlich an Amalgamfüllungen vor, sowohl an frischen, wie an alten, „die im Munde jahrzehntelang das Fortschreiten der Caries verhütet hatten". Die besten Befunde erzielte Witzel mit Gold und Zinngold, die sich als nahezu eosindicht erwiesen, während Zementfüllungen von Eosin selbst rot gefärbt waren, und das Kupferamalgam die Prüfung am schlechtesten aushielt. Dabei wies Witzel auch darauf hin, daß selbst minimale Verletzungen des Schmelzes nicht eosindicht sind, Verletzungen, die in jedem Munde vorhanden seien, ohne daß man hierbei etwa von einem Defekt sprechen könne.

Später beschreibt Thiersch eine Randschlußprüfung mit Eosin, die er an 2 Molaren mit gleich großen Goldfüllungen vornahm. Er legte die Zähne 6 Stunden lang in eine 5%ige Eosinlösung. In dem einen Falle, wo es sich um eine gehämmerte Goldfüllung handelte, war das Eosin zwischen derselben und der Zahnsubstanz eingedrungen und hatte Schmelz und Dentin auf eine ganze Strecke hin verfärbt. Im anderen Falle, bei einer Einlagefüllung, konnte dagegen keine Verfärbung festgestellt werden.

Die Versuche von Rühle mit Eosin führten zu demselben Ergebnis, das schon Witzel gefunden hatte: „Keine der im Munde gelegten Füllungen ist eosindicht (auch die gegossene Goldeinlage nicht), und jede kleine Verletzung des Zahnes läßt den Farbstoff eindringen. Ja noch mehr: auch ein völlig unversehrter Zahn läßt am Wurzelhals das Eosin durchgehen. Alle von mir untersuchten Zähne waren an den Wurzeln und am Wurzelhalse rot gefärbt, teilweise sogar durchgehends!"

Da das Eosin als ein molekular verteilter Farbstoff zu fein dispers ist, kann es auch überall da in den Zahn eindringen, wo gar keine eigentlichen Defekte vorhanden sind, es erweist sich also zur Prüfung des Randschlusses nicht brauchbar.

Aus diesem Grunde verwandte Rühle zur Prüfung des Randschlusses gröber disperse Farbstoffe, nämlich das Kongo-Rubin und das Kongo-Rot. Das Kongo-Rubin nimmt eine Mittelstellung ein zwischen den eigentlichen kolloiden und den molekularen Farbstoffen, während das Kongo-Rot ein rein kolloider Farbstoff ist. Kolloide Farbstoffe brauchen breitere Risse und Fugen, um in das Zahnbein eindringen zu können und natürlich um so breitere, je gröber dispers sie sind.

Rühle, der seine Versuche sowohl in gefärbtem Wasser wie in gefärbtem, frischem Speichel von 37 Grad ausführte, kam ebenfalls zu dem Ergebnis, daß wir mit den verwandten Füllungs-

materialien keinen idealen Randschluß zu erreichen imstande sind.

Im Corresp. f. Z. 1929, Heft 1 u. 2, wurde eine Arbeit „Über den Randschluß von Füllungen" von Kalisz veröffentlicht, welcher seine Versuche hauptsächlich mit chemischen Reagentien durchführte, indem er die mit verschiedenen Materialien gefüllten Zähne zunächst in ein Reagens legte, welches mit einem bestimmten anderen eine empfindliche chemische Reaktion einging. Nach einiger Zeit wurden die Zähne aus dem Reagens herausgenommen, mit aqua destillata abgewaschen, mit Filtrierpapier getrocknet und in das andere Reagens gebracht. Kalisz fand dabei unter anderem, daß die Randschlußverhältnisse beim Kupferamalgam, aber auch beim Silberamalgam ungünstig sind, während Guttapercha befriedigende Resultate zeitigte.

Auch Radosevic weist in seiner Arbeit „Das Grundprinzip des Stoffwechsels im Zahne" auf die große Schwierigkeit der Herstellung eines exakten Randschlusses hin. „Die Umstände sind noch ziemlich einfach und nicht besorgniserregend, solange es sich um die Füllung bei Caries simplex handelt; viel komplizierter gestaltet sich die Sachlage bei Caries complicata. In diesem Falle fällt der mangelhafte Randschluß desto mehr mit Rücksicht auf die nachträgliche Infektion ins Gewicht, da er makroskopisch gar nicht zu bemerken ist."

Die Erscheinung, daß die Zähne bei hoher Temperatur springen, brachten Radosevic auf den Gedanken, die Quellungsverhältnisse beim Zahn zu untersuchen. Wenn man einen Zahn, bei dem die Flüssigkeit zwischen dem Zahn und Füllungsrande heraussickert, auf 1—2 Tage in Wasser legt, dann schließt die Füllung wieder ganz dicht. „Wir haben es also mit der ganz analogen Erscheinung zu tun, wie bei einem gesprungenen Holzfaß. Der Zahn befindet sich demnach in einem gewissen Quellungszustand, der evident reversibel ist."

Die Trockenlegung der Kavität beim Füllen ist demnach nicht nur im Interesse des dadurch bedingten Zustandes der Füllung selbst zu fordern, sondern eben auch wegen des nachher eintretenden guten Randschlusses, wenn der Zahn unter dem Einfluß der Mundflüssigkeit zu quellen beginnt.

Kalisz jedoch fand bei gefüllten Zähnen, die er in einer feuchten Kammer aufbewahrt hatte, eine ebenso tiefe und ebenso intensive, wenn nicht tiefere und intensivere Färbung, als bei trocken gehaltenen Zähnen.

Der Versuch, die Bakteriendichtigkeit der provisorischen und endgültigen Füllungsmaterialien experimentell zu untersuchen, wie ihn in jüngster Zeit Csernyei

(Mailand) unternommen hat, bedeutet das Ausfüllen einer wichtigen Lücke in der Praxis der Wurzelbehandlung.

Da ich einen Teil der Versuche von Csernyei, allerdings in anderer Art und Weise, experimentell nachgeprüft habe, ist es nötig, auf die in der Zahnärztlichen Rundschau 1929 Nr. 5 erschienene Arbeit: „Experimentelle und bakteriologische Untersuchung über Infektion und Reinfektion der in Behandlung stehenden Pulpahöhlen" näher einzugehen.

Einige Tage nach der Entfernung der devitalisierten Pulpa auftretende periodontitische Erscheinungen brachten Csernyei auf den Gedanken einer etwaigen Infektion, nachdem er alle Kautelen bei der Wurzelbehandlung beobachtet und periapikale Kreislaufstörungen, medikamentöse Reize usw. als Ursache der Schmerzen in Betracht gezogen hatte.

Nach Gottlieb erfolgt die häufigste Infektion der Wurzelkanäle durch Keime, die mit dem Fletcherzement in das Pulpencavum verschleppt werden, weshalb er und seine Schüler das Zement mit Sublimatlösung mischen.

Bakteriologische Untersuchungen, die Csernyei hierüber anstellte, ergaben jedoch, daß sich das Zement immer als steril erwies, wenn es mit reinem Spatel auf reiner Platte gemischt war, daß also eine Infektion der Wurzelkanäle auf diesem Wege nicht in Betracht kam.

Vorerst untersuchte Csernyei den Verschluß des Fletcherzementes und zwar:

1. gegen Flüssigkeiten,
2. gegen Bakterien.

An 10 extrahierten Zähnen formte er lege artis die Kavität und die Pulpakammer und legte in letztere auf sorgfältigste Weise trockenes Säurefuchsinpulver und darüber 2 trockene Wattebäuschchen und verschloß die Kavität mit Fletcherzement. Um einen hermetischen Abschluß an den Wurzelspitzen zu bekommen, schloß er dieselben mit japanischem Lack und schmolz darauf noch Paraffin. Nachdem er die so vorbereiteten Zähne einen oder zwei Tage in destilliertes Wasser gehängt hatte, war dieses leicht rot gefärbt, ebenso wie das Fletcherzement und die Zahnkrone. Auch Proben mit Guttapercha lieferten ähnliche Resultate.

Um die Bakteriendichtigkeit der provisorischen Füllungen zu prüfen, hatte Csernyei 10 entsprechend vorbereitete extrahierte Molaren trocken sterilisiert, in die Pulpakammer zwei mit steriler Brühe gesättigte Wattebäuschchen gelegt und die Kavität dann wiederum mit Fletcherzement verschlossen. Die

Wurzelspitzen waren ebenso abgeschlossen worden wie oben. Daraufhin wurden die Zähne zu zweit und zu dritt in mit Speichel infizierter Brühe gefüllten Eprouvetten versenkt und auf 48 Stunden in den Thermostaten gelegt. Nach Herausnahme der Zähne wurden sie gewaschen, getrocknet, über die Flamme gezogen und die provisorischen Füllungen mit sterilen Instrumenten entfernt. Die aus der Pulpakammer entfernten Wattebäuschchen erwiesen sich stets als infiziert und zwar in der Mehrzahl mit Diplokokken.

Auch durch den mit Sublimat gemischten Fletcher wandern die Bakterien ebenso hindurch und bleiben ebenso lebendig, wie das beim gewöhnlichen Fletcher der Fall ist.

Neben diesen in vitro angestellten Versuchen nahm Csernyei auch eine Reihe von Untersuchungen während der Behandlung solcher Zähne vor, deren Pulpa devitalisiert werden mußte.

Die bakteriologischen Untersuchungen wurden dabei in verschiedenen Phasen der Behandlung unternommen, und zwar:

während der Exstirpation der Pulpa in sieben Fällen,
nach der Exstirpation bei periodontitischen Schmerzen in zehn Fällen,
vor der beabsichtigten Wurzelfüllung in dreizehn Fällen.

Von diesen dreißig behandelten Fällen erwiesen sich elf als infiziert, trotz aller Kautelen und Antiseptika.

Csernyei behauptet nun, daß die Infektion höchst wahrscheinlich sekundär, während der Behandlung eingetreten war, was er mit folgenden Tatsachen stützt:

1. Aus den Experimenten in vitro sahen wir, daß die Bakterien durch das Fletcherzement in die Pulpahöhle hineinwandern.
2. Vor dem Verschluß der Kavität mit der provisorischen Füllung wurde dieselbe desinfiziert.
3. Da das Zement mit abgebranntem Spatel auf abgebrannten Glastäfelchen gemischt wurde, konnte die Infektion nicht mit dem Zement hineingeführt werden.
4. Die extrahierten Pulpen erwiesen sich immer als steril.
5. Die bakteriologische Untersuchung erfolgte zwei bis drei Tage nach der Pulpaexstirpation."

Da also nach Csernyei eine Reinfektion der Pulpahöhle in etwa einem Drittel der Fälle bereits während der Behandlung stattfindet, hielt er es für notwendig, auch Untersuchungen anzustellen über eine etwaige Reinfektion der Pulpahöhle durch die verschiedenen Füllungsmaterialien hindurch, falls überhaupt noch eine Sterilität der Wurzelkanäle vorhanden sei.

Versuche, die mit Pyknasphal und Resolpin, außerdem mit Zement, Kupferamalgam, Kupferamalgam mit Zementunterlage, White alloy, Jelenko-Alloy, Syntrex und Smiths „Certified

enamel" ausgeführt wurden und zwar wieder hinsichtlich ihrer Wasser- und Bakteriendichtigkeit, lieferten immer negative Resultate,

Schließlich stellte Csernyei noch Untersuchungen an über die Existenzberechtigung der Dauerantiseptika in der Pulpahöhle.

Auch dabei konnte er feststellen, daß die Dauerantiseptika keine Sicherheit gegen eine Reinfektion der Wurzelkanäle bieten.

Es handelte sich in einem Falle um die Thymolalkoholbehandlung der Pulpahöhlenwände, bei welcher Methode bekanntlich nach der Verdunstung des Alkohols sich eine Thymolschicht auf der Pulpahöhlenwand niederschlägt und so dauernde Gewähr leisten soll gegen jede sekundäre Infektion.

Bei dem zweiten Fall, den Csernyei untersuchte, kam die Gysi'sche Triopaste zur Anwendung. Heß äußert sich darüber in der Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1927: „Die bakteriologischen Untersuchungen pulpaamputierter Zähne ergaben bei sechsjähriger Mumifikationsdauer, daß die Pulpaamputation und nachherige Versorgung der Pulpastümpfe mit der Triopaste von Gysi allen bakteriologischen Anforderungen an eine einwandfreie Wurzelbehandlung entspricht."

Hermetisch schließende Wurzelfüllungen, so vor allem die auf der Schröder'schen Verkieselungsmethode und auf der Füllung mit der Albrecht-Sommer'schen Rekatormasse beruhenden, erwiesen sich allen Anforderungen gerecht, wie Csernyei weiter feststellen konnte.

Die Ergebnisse seiner Untersuchungen faßt Csernyei wie folgt, zusammen:

„Die sekundäre bzw. Reinfektion der Pulpahöhlen erfolgt nach der Pulpaexstirpation, wenn die Kavität mit provisorischem Zement oder anderen provisorischen Füllungsmaterialien verschlossen wird, auch dann, wenn chirurgische Asepsis bei der Pulpaexstirpation eine von den Instrumenten oder vom Speichel verursachte Infektion ausschließt. Durch die provisorischen Füllungsmaterialien wandern die im Munde lebenden Bakterien hindurch. Sollte eine sekundäre oder Reinfektion während des provisorischen Verschlusses der Kavität nicht zustande kommen, so dringen die Bakterien trotz der definitiven Füllungen und Dauerantiseptika in die Pulpahöhle hinein und verursachen von dort aus eine virulente Infektion. Vor einer sekundären oder Reinfektion der Pulpahöhle schützen nur die Schröder'schen und die Albrecht-Sommer'schen hermetischen Wurzelfüllungen. Die Wurzelfüllung ist aber die letzte Phase der Pulpahöhlenbehandlung; doch bis dahin kann eine periodontale Infektion

schon erfolgt sein. Das Ideal wäre die Einphasen-Behandlung, d. h. die Pulpahöhle sollte sofort nach der Pulpaextraktion bakteriendicht verschlossen werden, wenn der Kanal noch steril ist. Während meiner Untersuchungen habe ich gesehen, daß die mit Arsen devitalisierte Pulpa steril ist, und dieser Befund wird durch die Untersuchungsergebnisse Willy Hochs bekräftigt. (Viertelj. f. Zahnheilk. 1928, Nr. 3.) Es sei die nächste Aufgabe der Zahnheilkunde, dieses Ideal zu erreichen oder ihm nahe zu kommen."

Bertzbach (Z. R. 1929, Nr. 12) stellt die Untersuchungsergebnisse von Csernyei in Zweifel und weist vor allem auf die Schmelzsprünge hin, die bei extrahierten ausgetrockneten Zähnen viel zahlreicher sein müssen und durch welche der Farbstoff seinen Weg in erster Linie genommen haben kann.

Sulke (Z. R. 1929, Nr. 16) widerlegt vor allem die Durchlässigkeit des Resolpins, welches von ihm angegeben und auf seine Wasserundurchlässigkeit vor Beginn der Fabrikation geprüft wurde. Durch erneute, unter weit schwereren Bedingungen ausgeführten Versuchen, bewies Sulke nochmals die Undurchlässigkeit des Resolpins gegen Wasser, saure und alkalische Lösungen und Dämpfe, so daß eine Bakteriendichtigkeit als selbstverständlich erscheint.

Eigene Versuche.

Schon beim erstmaligen Durchlesen der Csernyei'schen Ausführungen schien es mir klar, daß Csernyei ein Fehler in seiner Versuchsanordnung unterlaufen war. Es war durchaus nicht der Beweis erbracht, daß das Wasser und ebenso die Bakterien ihren Weg durch die Füllung selbst, oder etwa durch die Zahnsubstanz genommen hatten.

Zunächst stellte ich zwei Vorversuche an, die mir diese Ansicht bestätigen sollten:

1. In einen ebenso vorbereiteten Zahn, wie ihn Csernyei zu seinen Versuchen verwendete, brachte ich sorgfältig an Stelle von Säurefuchsinpulver Methylenblaupulver und legte den Zahn, nachdem ich die Kavität mit Fletcher verschlossen hatte, in destilliertes Wasser ein. Nach etwa ein bis zwei Tagen war das Wasser leicht blau gefärbt, ebenso der Zahn und die Füllung, letztere besonders an den Rändern.

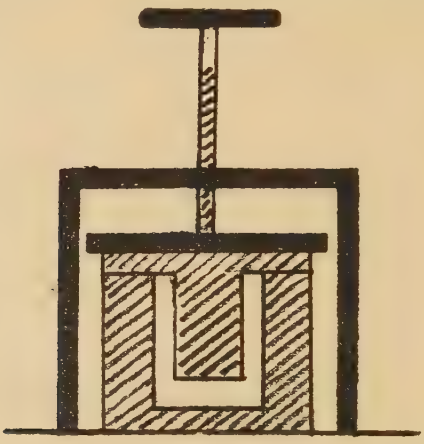
2. Bei einem zweiten Zahn verschloß ich neben der Wurzelspitze auch die Füllung von Fletcherzement mit japanischem Lack und geschmolzenem Paraffin. Nach ein bis zwei Tagen wies das Wasser wiederum eine deutliche Blaufärbung auf und die Zahnsubstanz war durch und durch blau gefärbt, besonders deut-

lich vorhandene Schmelzsprünge. Die Füllung selbst dagegen blieb an der Oberfläche völlig ungefärbt, nur an ihrer Innenfläche zeigte sich eine etwa 0,5 Millimeter tief reichende Verfärbung.

Aus diesen beiden sich gegenüberstehenden Versuchen geht hervor, daß das Wasser in erster Linie durch die harten Zahngewebe in die Pulpakammer gelangt war.

Um diese Fehlerquelle von vorneweg auszuschalten, benützte ich zu den weiteren Versuchen nur die Füllungsmaterialien selbst. Zur Untersuchung gelangten Fletcher, Plerodont, Harvard-Cement, gewöhnlicher Phosphatzement, Guttapercha, Silikatzement und zwar S. S. White, Opalith und Translucin, außerdem Silber- und Kupferamalgam.

Ich stellte mir mittels eines kleinen, eigens zu diesem Zweck hergestellten Apparates (siehe Zeichnung!) aus den einzelnen Fül-



lungsmaterialien Näpfchen her, wobei das Füllungsmaterial lege artis verarbeitet und gedichtet wurde. Um genaue Vergleichsversuche anstellen zu können, waren die Näpfchen in ihren Maßen einheitlich gehalten. Die Näpfchentiefe betrug 7 Millimeter, die Wandstärke 2,5 Millimeter und die Bodenstärke 4 Millimeter, welch letztere ungefähr der Dicke einer durchschnittlichen Füllung entsprechen sollte.

Zunächst stellte ich eine Versuchsreihe mit 1%iger Methylenblaulösung an. Das Methylenblau darf ich ebenso wie bei den beiden Vorversuchen bezüglich seiner Molekulargröße mit dem von Csernyei verwendeten Säurefuchsin in Vergleich setzen, da sich diese Farbstoffe beide vom Benzolring ableiten und deshalb ungefähr die gleiche Teilchengröße besitzen.

Die Versuche wurden folgendermaßen ausgeführt: Die Näpfchen wurden an zwei Seidenfäden in je ein Reagensglas gehängt und zwar so, daß ihr Boden in destilliertes Wasser eintauchte. Hierauf wurden sie vermittels einer schlanken Glaspipette bis nahe ihrem Rande mit 1%iger Methylenblaulösung gefüllt. Nachdem die Reagensgläser mit einem Papierpfropfen verschlossen waren, blieben die Versuche 14 Tage lang stehen. Die Methylenblaulösung wurde von Zeit zu Zeit nachgefüllt, wenn sie verdunstet, bzw. in das Füllungsmaterial eingedrungen war.

Es wurde von jedem Material je ein Kontrollversuch angestellt.

Nach Abstellen der beiden Versuchsreihen wurden die Näpfchen luftgetrocknet und mittels einer Laubsäge sowohl quer wie längs zersägt.

Ergebnisse.

1. Fletcher: Das Wasser zeigte keine Färbung, die Wände des Näpfchens waren von innen her etwa 1½ mm tief gefärbt, während sich der übrige Wandanteil als vollkommen ungefärbt erwies.

2. Plerodont: Das Wasser wies schon nach einigen Stunden eine deutliche Blaufärbung auf, die immer mehr zunahm, so daß bald eine tiefblaue Farbe resultierte. Die Wände des Näpfchens waren von Methylenblau durchtränkt, die Farbe also auch an ihrer Außenseite zu beobachten.

Ein dritter und vierter Kontrollversuch lieferten dasselbe Ergebnis.

3. Harvard-Cement: Das Wasser blieb ungefärbt; in die Wandungen und den Boden des Näpfchens war das Methylenblau ungefähr 1 mm weit eingedrungen.

4. Gewöhnliches Phosphatzement: Das Wasser zeigte keinerlei Bläuung, die Wandungen und der Boden waren von innen her ganz minimal (Bruchteile von 1 mm) gefärbt.

5. Guttapercha: Weder das Wasser, noch die Guttapercha selbst erwiesen sich als gefärbt.

6. Silikatzement (S. S. White, Opalith, Translucin): Das Wasser blieb farblos, der Farbstoff war in die Wandungen und den Boden der Näpfchen ganz wenig eingedrungen.

7. Silberamalgam: Wasser ungefärbt, ebenso das Amalgam selbst.

8. Kupferamalgam: zeigte dasselbe Resultat.

Das Ergebnis war also befriedigend, nur das Plerodont erwies sich als wasserundicht, und zwar bereits schon nach 2—3 Stunden hatte das Wasser die Methylenblaulösung erreicht und färbte sich bald intensiv blau.

Die Tatsache, daß die Methylenblaumoleküle kleiner sind als beispielsweise die Leiber von Pyocyaneusbakterien, läßt den Rückschluß zu, daß die genannten Füllungsmaterialien (mit Ausnahme vielleicht von Plerodont) auch Bakterien den Durchgang versagen.

Bei einer zweiten Versuchsreihe wurden die Näpfchen mittels einer Pipette mit einem chemischen Reagens angefüllt und in eine Petrieschale gestellt, welche eine Lösung enthielt, die mit dem anderen Reagenz zusammengebracht, einen empfindlichen charakteristischen Niederschlag bildete. Damit das Reagenz in der Petrieschale auch den Boden des Näpfchens gut umspülen konnte, wurde letzteres auf Glaswolle gestellt, welche bekanntlich vollkommen indifferent gegen chemische Stoffe ist. Die Versuche blieben wieder 14 Tage lang stehen und auch hier wurden die Lösungen von Zeit zu Zeit ergänzt.

Wenn nun eine der beiden Lösungen durch das Füllungsmaterial hindurchzudiffundieren instande war, mußte die fällige Reaktion eintreten.

Ergebnisse.

1. Bei Fletcher, Silber- und Kupferamalgam kamen zur Anwendung Bleiazetat + Ammoniumsulfid. Der Ausfall war völlig negativ, es zeigte sich nirgends der schwarze Niederschlag von Bleisulfid.

2. Die Reaktion von Gerbsäure mit Ferrichlorid trat bei Silikatzement (S. S. White, Opalith, Translucin), sowie Fletcher nicht ein.

3. Die bei Guttapercha, Plerodont, Harvard-Cement und gewöhnlichem Phosphatzement benützten Lösungen von Ferrocyankalium einerseits, Ferrichlorid und Salzsäure andererseits, gingen die typische Berlinerblau-Reaktion nicht ein.

Nur beim Plerodont war dieselbe an einer kleinen Stelle aufgetreten, was aber wohl darauf zurückzuführen war, daß das Plerodont von der mit Salzsäure angesäuerten Ferrichloridlösung sehr stark aufgelöst wurde. (3 Versuche!) Nicht entfernt so stark wurde auch das Harvard-Cement und noch viel weniger gewöhnliches Phosphatzement angegriffen, während die Guttapercha völlig unversehrt blieb.

Zusammenfassung.

Die untersuchten provisorischen (mit Ausnahme von Plerodont), wie endgültigen Füllungsmaterialien sind als wasserdicht

zu bezeichnen, und im Hinblick auf die Molekulargröße der angewandten Lösungen sicher auch als für Bakterien undurchgängig anzusehen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Peckert für sein großes Entgegenkommen, sowie Herrn Professor Dr. Praeger für die freundlichen Anregungen zu dieser Arbeit und für die liebenswürdige Übernahme des Referates herzlich zu danken.

Lebenslauf.

Ich, Benedikt Meister, bin am 12. August 1901 in Regensburg geboren, besuchte in meiner Heimat die Volksschule und die Oberrealschule, wo ich 1920 die Reifeprüfung ablegte.

Nachdem ich am Lyzeum in Regensburg ein Semester lang als Studierender der Philosophie eingeschrieben war, studierte ich in München an der Technischen Hochschule Chemie und widmete mich hierauf seit dem Sommer-Semester 1925 an der Universität derselben Stadt dem Studium der Zahnheilkunde. Zu Beginn des Sommer-Semesters 1926 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung und am 30. November 1927 die zahnärztliche Staatsprüfung.

Im September 1927 legte ich am Neuen Realgymnasium zu München eine Ergänzungsprüfung in der lateinischen Sprache ab.

Seit Dezember 1927 bin ich als prakt. Zahnarzt tätig.

10. VII. 29.

Benedikt Meister,
prakt. Zahnarzt.

Literatur-Verzeichnis.

Adloff: Die Reinfektion der Wurzelkanäle. Z. R. 1924 Nr. 9.

Adrion: Experimentelle Untersuchungen über Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. D. M. f. Z. 1921, Heft 21.

Adrion: Schmelzsprünge und Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1922 Nr. 4.

Bauchwitz: Über Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1921 Nr. 41 und 42.

Bauchwitz und Heimann: Weitere Untersuchungen über das Durchlässigkeitsvermögen der harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1926 Nr. 2.

Bertzbach: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen über Infektion und Reinfektion der in Behandlung stehenden Pulpahöhlen. Z. R. 1929 Nr. 16.

Cohn: Röntgenologische Untersuchungen wurzelbehandelter Zähne. D. M. f. Z. 1929, Heft 3.

Csernyei: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen über Infektion und Reinfektion der in Behandlung stehenden Pulpahöhlen. Z. R. 1929 Nr. 5 und 22.

Faber: Zur Frage der Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1924 Nr. 3/4.

Faber: Wurzelfüllung und Fokalinfektion. D. M. f. Z. 1928, Heft 11.

Feibusch: Zur Frage der sogenannten „Diffusionsvorgänge" im harten Zahngewebe. D. M. f. Z. 1922, Heft 20.

Haubach: Die Anwendung des biologischen Grundgesetzes nach Arndt-Schulz in Bezug auf die Wurzelbehandlung und Wurzelfüllung devitalisierter Zähne. Z. R. 1927 Nr. 33.

Heinemann: Die Grenzen der Wurzelbehandlungsmöglichkeiten. Z. R. 1928 Nr. 13.

Hermann: Über Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1922 Nr. 8.

Kalisz: Über den Randschluß von Füllungen. Korresp. Bl. f. Z. 1929, Heft 1 und 2.

Keßler: Zur Frage des Durchlässigkeitsvermögens der harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1926 Nr. 5.

Kranz: Über Diffusionsvorgänge in den harten Zahnsubstanzen. Z. R. 1921 Nr. 51.

Majut: Die Bedeutung des Verlustes der Pulpa für den Zahn. Z. R. 1923 Nr. 35/36; 37/38 und 39/40.

Peckert: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
Praeger: Die Bedeutung der Kolloidchemie für die Zahnheilkunde. D. Z. W. 1924 Nr. 7.
Radosevic: Das Grundprinzip des Stoffwechsels im Zahn. D. M. f. Z. 1927, Heft 4.
Rühle: Die Prüfung des Randschlusses vermittels kolloider Farbstoffe. D. M. f. Z. 1922, Heft 5.
Schick und Fischer: Anaerobe Bakterien des Wurzelkanals. D. M. f. Z. 1929, Heft 7.
Sommer: Brennende Fragen in der Zahnheilkunde. Z. R. 1921 Nr. 34.
Sommer: Diffusionsvorgänge und Wurzelbehandlung. Z. R. 1921 Nr. 52.
Sommer: Die kombinierte Wurzelfüllung. Z. R. 1924 Nr. 5/6.
Sommer: Zur Mayrhofer'schen Reinfektionstheorie. Z. R. 1924 Nr. 30.
Sommer: Zur Reinfektionsfrage. Z. R. 1924 Nr 12.
Sulke: Experimentelle und bakteriologische Untersuchungen über Infektion und Reinfektion der in Behandlung stehenden Pulpahöhlen. Z. R. 1929 Nr. 22.
Witzel: Über die Prüfung der Amalgame mittels der Eosinprobe. D. M. f. Z. 1900.
Zilkens: Der Sitz der Bakterien im Wurzelkanal. (Aussprache bei der Partschfeier.) Z. R. 1926 Nr. 10.